

## **Разработка программного обеспечения для цифрового инклинометра**

***Курдюков Алексей Сергеевич***

*Новосибирский государственный университет*

*Рудаков Аркадий Владимирович*

*borok48@yandex.ru*

Задача измерения угла отклонения актуальна во многих областях, например, в строительстве, приборостроении, авиамоделировании, авиастроительстве и т.д. Кроме того, инклинометры, при определённых условиях, могут заменить другие типы датчиков, например, энкодеры угла поворота. Целью настоящей работы являлась разработка программного обеспечения для цифрового инклинометра на базе микроконтроллера и инерциального датчика (трехосевого акселерометра).

Детектирование углов наклона тела с помощью акселерометра происходит путем разложения вектора ускорения свободного падения по ортогональным осям. Далее, зная величину проекций вектора и их соотношение, с помощью тригонометрии мы можем вычислить эти углы. Сложность алгоритма заключается в трудоемкости тригонометрических вычислений (взятие арктангенса) и извлечении корней, для которых используются сопроцессоры с плавающей точкой и специальные математические библиотеки.

В ходе работы стояла задача оптимизировать алгоритм вычисления углов наклона. В результате, для быстрого вычисления арктангенса используется заранее запрограммированная таблица соответствия углов наклона и значений их тангенсов, то есть соотношения проекций ускорения свободного падения. Для точности  $\pm 1^\circ$  достаточно таблицы на 100 значений, что не является большим объемом информации для современных контроллеров. В качестве инструмента для извлечения корней был использован алгоритм дихотомии, который гарантирует получение результата за конечное число шагов при заданной точности. Таким образом, становится возможным использование этого алгоритма на микроконтроллере с целочисленной арифметикой в реальном времени без дополнительных сопроцессоров и библиотек.

Разработанное программное обеспечение протестировано на стенде, включающем микроконтроллер STM32F051 архитектуры ARM Cortex-M0 и трехосевой акселерометр LIS3DHTR производства STMicroelectronics. Кроме того, данное программное обеспечение дополнено модулем поддержки распространенного протокола передачи данных Modbus RTU, который позволяет безболезненно интегрировать инклинометр в уже существующие системы контроля и управления и использовать его в реальных проектах промышленной автоматизации.

## **Название Моделирование и исследование ВОЛП-СР с рамановскими усилителями**

***Лопатюк Алена Викторовна***

*Маркушева Анастасия Михайловна<sup>2</sup>*

*Башкирский государственный университет,*

*Уфимский государственный авиационный технический университет*

*Сметанина Ольга Николаевна<sup>2</sup>, д.т.н.*

*alyona-lopatyuk@yandex.ru*

Рост объемов передаваемой информации требует увеличения пропускной способности волоконно-оптических линий передачи (ВОЛП). В настоящее время для протяженных линий наиболее эффективным способом является внедрение волоконно-оптических систем со спектральным разделением (ВОСП-СР). Важной частью таких линий являются оптические усилители (ОУ), обеспечивающие одновременное усиление сигнала ВОСП-СР в требуемом диапазоне длин волн. Широко используемые на сегодняшний день усилители на основе волокна, легированного эрбием (EDFA), имеют ограничение на рабочий диапазон и шум-фактор. Более перспективными для использования на протяженных ВОЛП с ВОСП-СР являются усилители, основанные на явлении вынужденного комбинационного (рамановского) рассеяния – волоконные рамановские усилители (ВРУ).

В данной работе представлена модель 24-х канальной DWDM линии со скоростью передачи 10 Гбит/с и длиной оптического волокна 395 км. Мультиплексор осуществляет слияние 24-х отдельных оптических каналов в единый канал, который распространяется далее по одномодовому оптическому волокну с ненулевой смещенной дисперсией (затухание  $\alpha_{ОВ}=0,22$  дБ/км). На участке волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) устанавливаются четыре линейных рамановских усилителя, где с помощью 9 источников накачки происходит равномерное усиление каждого канала. Рамановское усиление может наблюдаться в любом ОВ. В данном